

**TREBALL DE RECERCA CONVOCATÒRIA JUNY 2012  
INVESTIGACIÓ CLÍNICA EN CIÈNCIES DE LA SALUT-  
CARDIOLOGIA I RISC CARDIOVASCULAR**

**“Funció ventricular dreta en la sobrecàrrega de volum en malalts  
intervinguts de cardiopatia congènita:  
(Tetralogia de Fallot reparada: comparació Ecocardiograma i  
Ressonància Magnètica cardíaca)**

ALUMNE. Maria Antònia Pijuan i Domènech

Director/s: Dr. Jaume Casaldàliga i Ferrer  
Dr. Jaume Sagrista Sauleda

## ÍNDEX

Introducció .....	pàg 4-8
Material i mètodes.....	pàg 9-12
Resultats .....	pàg 13-18
Discussió.....	pàg 19-22
Limitacions de l'estudi.....	pàg 22
Conclusions .....	pàg 23
Taules .....	pàg 24-27
Figures.....	pàg 28-31
Bibliografia.....	pàg 32-34

## **1.RESUM:**

**Antecedents:** La presència d'insuficiència pulmonar (IP) després de la reparació de la Tetralogia de Fallot (TF) és causa de dilatació i disfunció del ventricle dret (VD). En aquesta dilatació es produeix una major afectació del tracte de sortida (TSVD) per l'ampliació del mateix durant la cirurgia. La ressonància magnètica (RMN) és el test de referència del VD. La capacitat de l'ecocardiografia per a estimar volums i funció ventricular està limitada per la importància del TSVD. **Hipòtesi:** La inclusió del TSVD en la valoració ecocardiogràfica del VD permet apropar dita valoració a la de la RMN.

**Objectiu:** comparar de forma prospectiva diferents paràmetres ecocardiogràfics amb la RMN en malalts amb TF i IP severa. **Metodologia:** estudi observacional prospectiu.

**Resultats:** 19 malalts, amb una mitjana d'edat de 33,7 anys. L'àrea sistòlica a l'eix curt es correlaciona amb el volum calculat per RMN. L'excursió de l'anell tricuspídi i el valor de la ona S per Doppler tissular no es correlacionen amb la fracció d'ejecció de VD calculada per RMN (FEVD), tampoc el percentatge d'àrea fraccional al quatre càmeres. L'àrea fraccional a l'eix curt mostra una tendència no significativa ( $p=0,07$ ) a correlacionar-se amb la FEVD i l'amplitud del QRS es correlaciona de forma significativa ( $p<0,014$ ) amb la FEVD.

**Conclusions:** els paràmetres ecocardiogràfics de l'anell tricuspídi i les mesures en 2D utilitzats per a valorar la funció sistòlica ventricular dreta i el grau de dilatació no es correlacionen amb la RMN en malalts amb TF i dilatació ventricular dreta per IP severa. Paràmetres que inclouen el TSVD, mostren una tendència subsignificativa.

## **2.INTRODUCCIÓ:**

La presència d'insuficiència pulmonar significativa residual és freqüent en el seguiment a llarg termini dels pacients amb Tetralogia de Fallot sotmesos a reparació quirúrgica. Les conseqüències de la insuficiència pulmonar, dilatació i disfunció ventricular dreta, i retard electromecànic amb marcada amplitud del QRS, s'han relacionat amb la disminució de la capacitat funcional i amb a mort sobtada(1).

Respecte al retard electromecànic, alguns marcadors electrocardiogràfics, especialment la durada del QRS, són factors predictius tant per arítmies ventriculars com de mort sobtada (2). El recanvi valvular pulmonar (RVP) en pacients prèviament sotmesos a reparació de la Tetralogia de Fallot i insuficiència pulmonar de llarga durada tendeix a estabilitzar l'amplitud del QRS i si es combina amb crioablació intraoperatòria tendeix a disminuir la incidència d'arítmies auriculars i ventriculars (3).El fet de que amb la cirurgia de RVP s'estabilitzi o fins i tot disminueixi l'amplitud del QRS fa pensar que el RVP pot influir positivament reduint la incidència dels events arítmics, però aquest fet no està demostrat. L'únic estudi que hi ha en aquest sentit, retrospectiu, comparant malalts amb o sense reemplaç valvular pulmonar , no ha mostrat menor tendència a la mort sobtada entre els malalts amb RVP (4), fins i tot la tendència és major entre els malalts sotmesos a RVP, encara que la metodologia del mateix ha estat criticada.

### **2.1. Importància de la Ressonància magnètica en la Tetralogia de Fallot**

Quant a la valoració de la dilatació i disfunció ventricular dreta, les dades

obtingudes en les primeres sèries realitzades en malalts simptomàtics, van ressenyar que el RVP en pacients amb dilatació i disfunció sistòlica severa no permetia en tots els casos la completa recuperació funcional del ventricle dret, suggerint que alguns dels malalts intervinguts havien estat sotmesos durant massa temps a sobrecàrrega de volum i les conseqüències d'aquesta sobrecàrrega eren irreversibles (5). El líndar per damunt del qual els ventricles drets no remodelaven completament i persistien significativament dilatats varen ser un ventricle dret en telediastòle (VTD) major de 170 ml/m<sup>2</sup> i ventricle dret en telesístole (VTS) major de 85 ml/m<sup>2</sup>.

Posteriorment, un estudi prospectiu holandès, va analitzar la proporció de la reducció del volum ventricular dret després del RVP i aquesta reducció és del 28%. Els volums telediastòlic (VTDVD) normalitzats en la sèrie holandesa basals de ventricle dret, amb una mitjana de 171 baixen a 119 ml/m<sup>3</sup>, i els volums telesistòlics drets (VTSVD) normalitzats disminueixen de 102 a 70 ml/m<sup>2</sup>, sense modificacions en la fracció d'ejecció de ventricle dret (FEVD) del 42%.

Els volums es varen calcular mitjançant ressonància magnètica (RMN) que es va realitzar preoperatòriament i passats entre 6 mesos i un any postoperatòriament. El descens en el VTDVD va ser més gran en aquells malalts en els que a més del recanvi valvular es realitzà reducció del tracte de sortida de ventricle dret (6), fet que ha portat a pensar que a més del volums inicials, la resecció del tracte de sortida aneurismàtic influeixen els resultats finals.

Però en estudis posteriors, la randomització però de la resecció afegida al RVP (7) no mostra canvis significatius entre el grup de malalts als que es realitza a

més del RVP resecció del TSVD; cal destacar però que la randomització és de la resecció addicional de zones aneurismàtiques o aprimades a la cara anterior o zona infundibular del VD, ja que la resecció de l'aneurisma del TSVD per se es considera maniobra rutinària.

Altres grups, creuen que l'objectiu és aconseguir la pràctica normalització del ventricle dret després de la cirurgia, pel que consideren que l'actuació precoç permetrà millors resultats. En aquest sentit, destaca un estudi en el que es revisen els malalts en els que si es fa RVP quan el VTDVD no sobrepassa 150 ml/m<sup>2</sup> el resultat és molt millor doncs s'aconsegueix la normalització amb volum diastòlic final de 90 ml/m<sup>2</sup>. Cal destacar que aquest subgrup de malalts presenta una FEVD totalment normal, i amb edat mitjana de 22 anys, molt inferior que en els estudis previs. (8)

Per tant, fins al moment s'han proposat com a factors favorables per a la reducció de volum de ventricle dret després del RVP el VTSVD menor de 85 ml/m<sup>2</sup>, VTDVD menor de 170 ml/m<sup>2</sup> i més proper a 150 ml/m<sup>2</sup> i l'edat jove en el moment de la cirurgia, a més de la resecció del tracte de sortida de ventricle dret durant l'acte quirúrgic.

## **2.2. Estimació de la funció ventricular dreta per ecocardiografia**

La informació derivada de la RMN és, per tot l'anterior, fonamental en la presa de decisions dels malalts amb Tetralogia de Fallot i insuficiència pulmonar. Hi ha malalts però en els que no es pot realitzar. L'ecocardiografia, sense contraindicacions, i a l'abast de la capçalera del malalt, també valora les dimensions i la funció de ventricle dret. De fet a les guies de pràctica clínica publicades als últims anys, es comenta que el test estàndard per a valorar la funció i dilatació ventricular dreta és la ressonància cardíaca, però l'avaluació

dels malalts amb Tetralogia de Fallot per ecocardiografia es considera fonamental per al seu maneig (9,10).

Entre els paràmetres ecocardiogràfics de valoració de la dilatació i funció de ventricle dret hi destaca el moviment de l'anell tricuspídi. En malalts amb miocardiopatia dilatada esquerra, l'excursió longitudinal en quatre càmeres de l'anell tricuspídi o TAPSE, es considera el paràmetre més fiable i es correlaciona amb el pronòstic en aquest subgrup de malalts. Informació similar s'ha observat amb el valor de la ona S a nivell de l'anell tricuspídi per Doppler tissular o DTI(11).

Al grup de malalts però amb Tetralogia de Fallot reparada, les dades de correlació entre el TAPSE o la ona S al DTI tricuspídi i la funció ventricular dreta mesurada per RMN són molt més controvertides (12), malgrat que alguns estudis mostren la seva utilitat(13), i sigui un paràmetre estudiat de forma sistemàtica per la majoria de grups.

El paper del tracte de sortida de ventricle dret (TSVD) a la Tetralogia de Fallot, especialment en els malalts reparats als anys 70- 80, amb utilització àmplia de pegat d'eixamplament transanular, es posa de manifest en la correlació ecocardiogràfica- ressonància cardíaca. En aquest sentit estudis preliminars ja parlaven del paper deleteri del TSVD aneurismàtic (14), i com hem vist anteriorment, la resecció d'aquesta zona aneurismàtica és un dels factors en la reducció dels volums ventriculars drets després del reemplaç valvular pulmonar (6). Mentre que al cor sense cardiopatia la funció del tracte d'entrada i del tracte de sortida del ventricle dret es troben molt relacionats i són similars, en els malalts amb ampliació amb pegat transanular, aquesta relació és dèbil i no predictable. La reconstrucció tridimensional mitjançant ressonància magnètica

del TSVD ha permès concloure que si hi ha gran extensió de la disfunció del TSVD, aquesta afecta negativament la funció sistòlica global del VD i es relaciona amb la intolerància a l'esforç d'aquests malalts (15).

Quant a la interacció mecanoelèctrica, també el TSVD és fonamental doncs la majoria del retard de la conducció elèctrica es produeix a la zona del tracte de sortida ventricular dret (16).

La nostra hipòtesi és que la inclusió del TSVD en la valoració ecocardiogràfica del ventricle dret permetrà apropar dita valoració a la de la ressonància magnètica cardíaca.



### **3. MATERIAL I MÈTODES**

És un estudi prospectiu que inclou a recollida de marcadors bioquímics, electrocardiogràfics, ecocardiogràfics i per ressonància magnètica nuclear abans del recanvi valvular pulmonar en un centre terciari.

#### **3.1.Població de malalts:**

Tots els malalts consecutius procedents d'una unitat de cardiopaties congènites de l'adult que van ser sotmesos a reparació de Tetralogia de Fallot i estan presentats i acceptats en sessió mèdicoquirúrgica per a recanvi valvular pulmonar seran invitats a participar. La participació en l'estudi serà totalment voluntària. Els criteris que van motivar la cirurgia van seguir els nostres protocols: s'indica la cirurgia en malalts amb dilatació ventricular dreta simptomàtics, i els malalts malgrat asimptomàtics que presentin dilatació ventricular dreta significativa amb VTD superior a 170ml/m<sup>2</sup>. A tots els pacients se'ls donarà consentiment escrit amb el que hauran d'estar d'acord. Totes les dades seran mantingudes en confidencialitat.

Totes les mesures tant ecocardiogràfiques com per ressonància magnètica es normalitzaran per superfície corporal. Els test estan realitzats el mateix dia.

Criteris d'exclusió: Pacients amb marcapassos claustrofòbia (amb contraindicació per a realitzar RMN)

#### **3.2.Mesures per Ressonància magnètica:**

Tots les imatges seran obtingudes amb un aparell de 1.5 T (Siemens Amanto). Després de l'avaluació rutinària anatòmica, s'adquiriran una sèrie de talls curts de les imatges de cine amb gruix de 7 mm des de l'anell auriculoventricular fins a l'àpex. Tots els pacients seran estudiats de manera

Standard incloent quantificació del grau de insuficiència pulmonar amb seqüència de contrast de fase obtinguda en apnea through-plane amb transecció del tronc pulmonar reconstruït. La presència de fisiologia restrictiva serà avaluada segons la presència de flux anterògrad al tronc de l'artèria pulmonar a la telediàstole. Tant el ventricle dret com l'esquerre seran avaluats en 3 talls diferents en eix llarg i curt. S'inclouran les següents mesures: el volum telediastòlic ventricular dret i esquerre (VTD) el volum telesistòlic ventricular dret i esquerre (VTS) i la fracció d'ejecció VD i la fracció d'ejecció ventricular esquerre (FE). Quant al ventricle dret es mesurarà el volum del tracte de sortida de ventricle dret i la seva proporció respecte al volum total de ventricle dret. Totes les dades de volums es normalitzaran per a la superfície corporal del malalt. Es considera dilatació ventricular dreta si el VTD normalitzat és superior a 101ml/m<sup>2</sup>.

El realç tardà de gadolini serà realitzat utilitzant la seqüència "*fast low-angle shot inversion recovery sequence*" almenys 5 minuts després d'injectar 0,15 mmol/kg de gadolini-DTPA endovenós. S'adquiriran múltiples talls en eix curt i llarg i es duplicaran els SSFP cines. Les imatges seran revisades per 1 observador per avaluar la presència de realç tardà de gadolini. Es considerarà que hi ha realç tardà de gadolini al TSVD si hi ha senyal brillant en l'interior del miocardi en almenys 2 plans diferents sempre i quan l'adquisició sigui bona i no hi hagin artefactes, i es classificarà en grau 1 a 4 segons intensitat i grau d'afectació de forma semiquantitativa, essent grau 1 si hi ha algun punt aïllat, grau 2 diversos punt aïllats, grau 3 afectació parxejada extensa i grau 4 captació extensa del TSVD.

### 3.3 Paràmetres ecocardiogràfics:

L'ecocardiografia transtoràcica ha estat realitzada per un mateix operador experimentat utilitzant el sistema estàndard transtoràcic amb el sistema General Electrics Vivid Seven Pro. El grau d'insuficiència pulmonar, tricuspídea, mitral i aòrtica així com el grau de dilatació ventricular dreta, i funció ventricular dreta i esquerra s'ha enregistrat. La dilatació ventricular dreta es valora de forma qualitativa en lleugera, moderada i severament dilatada i de forma quantitativa mesurant el diàmetre del tracte d'entrada ventricular dret telediastòlic al quatre càmares en sentit anterioposterior i transversal seguint els paràmetres establerts per la Societat Americana d'Ecocardiografia detallats a la referència 11, a l'eix paraesternal llarg i la relació del diàmetre telediastòlic ventricular dret/diàmetre telesistòlic ventricular esquerre al paraesternal llarg. Es mesurarà la zona de dilatació del tracte de sortida de ventricle dret a l'eix 5 càmeres anterioritzat. Es valorarà també l'àrea telediastòlica i telesistòlica al quatre càmeres i també a l'eix curt a nivell del tall on s'observen els músculs papil·lars (**vegeu figura 1**).

Quant a la funció ventricular dreta, es valorarà de forma global qualitativa i de forma quantitativa mitjançant els paràmetres habituals d'anell tricuspídi, TAPSE, ona S de DTI, índex de Tei per Doppler Tissular i s'obtindrà també el mode M com el doppler tissular del tracte de sortida del ventricle dret desde la finestra apical anterior, anomenat PAPSE així com el valor de la ona S per Doppler Tissular del anell pulmonar al mateix pla (**vegeu figura 2**).

La funció sistòlica ventricular esquerra serà avaluada en funció sistòlica conservada (FE superior al 60%), lleugerament disminuïda (45 a 59%), moderadament reduïda (35 a 45%) i severament reduïda inferior al 35%), tant

de forma qualitativa com quantitativa. A més, s'obtingran tant l'excursió en l'eix longitudinal llarg com el doppler tissular de la paret lateral del ventricle esquerre, tabic interventricular en l'eix quatre càmeres. La funció diastòlica ventricular esquerra es mesurarà tant amb paràmetres de patró transmitral com amb paràmetres de Doppler tissular de l'anell mitral.

Es mesurarà també l'àrea de l'aurícula dreta al quatre càmares.

### **3.4 Paràmetres electrocardiogràfics**

Un electrocardiograma estàndard de 12 derivacions serà obtingut en tots els pacients. L'amplitud del QRS i seran mesurats manualment.

### **3.5 Paràmetres bioquímics**

La mesura del proPèptid natriurètic es realitza segons els standards habituals, essent el valor considerat normal per sota de 300 pg/ml.

### **3.6 Anàlisi estadística**

Les dades es descriuran com a freqüència, mitjana amb desviació estàndard o mediana i rang interquartil. Les diferències entre els paràmetres seran analitzades mitjançant t Student, Wilcoxon o McNemar utilitzant la versió SPSS 15.0. Els volums mesurats per ressonància magnètica seran expresats amb valor respecte a la superfície corporal.

Els factors predictors de volums ventriculars drets seran analitzats amb el test d'Student, ANOVA, coeficient de correlació d Pearson.

## **4. RESULTATS**

### **4.1. Dades clíniques:**

Un total de 19 malalts presentats i acceptats en sessió medicoquirúrgica per a reemplaç valvular pulmonar es van incloure en l'estudi prospectiu, del total de 21 malalts presentats. Un malalt va declinar participar en l'estudi i un altre va ser exclòs per a ser portador de DAI amb impossibilitat de realitzar la RMN. Vegeu Taula 1 amb el resum de les característiques clíniques dels malalts:

L'edat mitja dels malalts va ser 33,56 anys, (de 17,8 a 59,7 a), un 68,4 % dels malalts (n=13) homes. Un 36,6% dels malalts (n=7) havien estat sotmesos a pal·liació prèvia a la cirurgia reparadora. L'edat mitjana al moment de la cirurgia ha estat de 7,1 anys amb una mediana 4,64 anys, rang amb mínim de 1,1 anys i màxim de 31,6 anys.

En un 37,5 % (n=6) no es coneixen els detalls de la cirurgia reparadora. En tots els malalts en els que es coneixen els detalls quirúrgics aquests inclouen un pegat d'ampliació del tracte de sortida de ventricle dret amb pegat transanular. La situació clínica dels malalts fou: CFI un 63,2 % dels casos, CFII en un 31,6% dels casos, i en CFIII un 5,3% dels casos. Entre els malalts en classe funcional I, la indicació de reemplaç valvular pulmonar va ser derivada de la dilatació severa de ventricle dret a la RMN prèvia o per episodi de taquicàrdia ventricular sostinguda.

Un 47% dels malalts presentaven clínica de palpitations no sostingudes, un 15,7% havien presentat arítmies sostingudes (2 ventriculars i una supraventricular). Tots els malalts es trobaven en ritme sinusal i morfologia de bloqueig de branca dreta, i amb amplitud del QRS mitjana de 169,4737 (mínim de 100 ms i màxim de 220 ms). El valor basal del proBNP fou de 219,74

pg/ml, comprès entre 34 i 1062 pg/ml.

***Podeu valorar les característiques basals dels malalts a la taula 1***

#### **4.2 Dades de la ressonància magnètica:**

Les dades dels estudis per RMN practicades han mostrat una mitjana de volum telediastòlic de 174,66ml/m<sup>2</sup> de (136,6 a 224,6 ml/m<sup>2</sup>), una mitjana de volum telesistòlic de 100,29 ml/m<sup>2</sup>(de 34,6 a 160,7ml/m<sup>2</sup> ) i fracció d'ejecció mitjana de ventricle dret de 39,5% (entre 20 i 52%).El percentatge de volum de tracte de sortida ventricular dret respecte el volum global de ventricle dret va presentar una mitjana de 15,3 % (amb un mínim de 6,3% i un màxim de 27,92%).

Quant a les dades de volums i funció ventricular esquerra, la mitjana de funció ventricular esquerra va ser del 56,31%,(entre 40 i 66%) amb un volum telediastòlic normalitzat mig de 76,21 ml/m<sup>2</sup> (entre 40 i 141,1 ml/m<sup>2</sup>) i un volum telesistòlic normalitzat mig de 35,3 ml/m<sup>2</sup> (entre 14,8 i 87,4 ml/m<sup>2</sup>).

La fracció regurgitant d'insuficiència pulmonar va ser de mitjana del 51,9 % (entre 34 i 73%).

Quant al realç tardà al tracte de sortida ventricular dret, un 10,5% dels malalts no presentaven captació tardana, un 10,5% presentaven captació grau 1, un 31,6% grau 2, un 21,1 % grau 3 i un 26,3% grau 4 de captació tardana.

***Les característiques de la RMN dels malalts estan resumides a la taula 2***

#### **4.3. Resultats ecocardiograma:**

Respecte als paràmetres ecocardiogràfics qualitatiu de ventricle dret, en un 57,9 % dels malalts es va considerar el grau de dilatació com a moderada, en un 31,6 % sever i dilatació lleugera en un 10,5% dels casos. La funció ventricular dreta subjectiva es va considerar conservada en un 52,6% dels

casos , lleugerament disminuïda en un 21,1% i moderadament deprimida en un 26,3% dels casos.

L'àrea telediastòlica i telesistòlica al 4 càmeres van ser de 23,27 cm/m<sup>2</sup> (de 12,2 a 31,3 cm/m<sup>2</sup>), i de 14,67 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>( de 7,6 a 21,81 cm/m<sup>2</sup>) respectivament. Al quatre càmeres s'ha calculat el percentatge de canvi d'àrea fraccional amb una mitjana del 37% (mínim de 25 i màxim de 48,62%) essent en un 36,8% dels casos per sota del 35% considerat com a disfunció sistòlica segons les guies d'avaluació de ventricle dret.

A nivell de eix curt, les àrees calculades de ventricle dret a nivell del tall de músculs papil·lars han estat 23,28 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en diàstole (amb rang entre 16,1 i 36,18 cm/m<sup>2</sup>) i de 19,46 cm/m<sup>2</sup> en telesístole (rang entre 14,36 i 36,18 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). ***El resum dels valors de les àrees ecocardiogràfiques a la taula 3***

Quant a la mitjana dels diàmetres calculats al quatre càmeres, el diàmetre del anell tricuspídi va ser de 38,79 mm, a nivell mesoventricular de 54,84 mm i el diàmetre anteroposterior a quatre càmeres de 83,63 mm. Si considerem els valors de referència de la societat americana d'ecocardiografia actualitzats segons la referència 11, un 84,2% dels malalts presentaven un diàmetre anteroposterior en 4 càmeres superior a 85 mm , i un 100% dels malalts presentaven dilatació a nivell mesoventricular.

La mitjana del valor de la ona S per Doppler Tissular del anell tricuspídi fou de 10,8 ( entre 6 i 16 cm/s) i el TAPSE de 19, (rang entre 12 i 26).Quant als paràmetres de funció del tracte de sortida ventricular dret per ecocardiograma, el valor mediana del PAPSE fou de 10 (mínim de 6 i màxim de 17) i el DTI pulmonar fou de mitjana 7, entre 3 i 12. Per Doppler tissular del anell tricuspídi es varen calcular també els paràmetres de índex de Tei amb una mitjana de

0,31 amb rang de 0,20 a 0,44.

#### **4.4. Correlació entre paràmetres ecocardiogràfics i per ressonància magnètica**

Es valora la correlació lineal entre els valors de la funció ventricular dreta mesurats per Ecocardiograma i els valors mesurats per ressonància magnètica:

En relació als paràmetres subjectius per a descripció de la dilatació ventricular dreta la concordança va resultar ser la següent: entre els malalts amb lleugera dilatació per Ecocardiograma (n=2, 10,5%) cap presentava volum telediastòlic superior a 170 ml/m<sup>2</sup>, entre els malalts amb dilatació moderada per eco (n=11 57,9 % ) el promig de volum normalitzat va resultar ser de 169 ml/m<sup>2</sup>, però amb un rang ampli entre 135 i 209 ml/m<sup>2</sup>, mentre que entre els malalts considerats com a dilatació severa per Ecocardiograma a la ressonància magnètica presenten un volum de 224,67 ml/m<sup>2</sup> (rang entre 155 i 225 ml/m<sup>2</sup>), pel que la correlació entre les mesures qualitatives i les quantitatives no són significatives (p=0, 273). *Podeu observar la gràfica amb els resultats a la figura 3*, classificant-se els volums telediastòlic normalitzats entre 130 i 150 , 150 a 170 , 170 a 200 i superiors a 200 ml/m<sup>2</sup>-

##### **Mesures ventriculars dretes:**

D'entre les diverses mesures del ventricle dret, tant a eix paraesternal llarg, com a quatre càmeres, el valor del diàmetre anteroposterior de ventricle dret en 4 càmeres mostra una tendència sense arribar a nivell de significació amb el volum telediastòlic de ventricle dret a la RMN, amb p= 0,058.

Ni el diàmetre de l'anell tricuspídi ni el del ventricle dret a nivell



mesoventricular es relaciona amb el volum telediastòlic a la ressonància. Tampoc el valor del diàmetre de ventricle dret a l'eix paraesternal llarg es correlaciona correctament amb el volum telediastòlic a la RMN.

Quant a les mesures d'àrea al quatre càmeres o a l'eix curt mesurant el ventricle dret, hi ha correlació entre les mesures ecocardiogràfiques i la ressonància magnètica de les següents mesures:

#### **Àrea telediastòlica:**

L'àrea telediastòlica normalitzada al l'eix curt presenta una tendència sense arribar a nivell de significació amb el volum telediastòlic normalitzat de ventricle dret ( $p=0,072$ )

L'àrea telediastòlica per superfície corporal normalitzat al quatre càmeres no es correlaciona de forma significativa amb el volum telediastòlic ( $p=0,938$ ).

#### **Àrea telesistòlica:**

L'àrea telesistòlica normalitzada a l'eix curt es correlaciona amb el volum telesistòlic normalitzat per ressonància ( $p<0,004$ ),  $r^2$  0,388. L'àrea telesistòlica per superfície corporal al quatre càmeres no es correlacionen amb els volums normalitzats telediastòlic ( $p=0,938$ ).

#### **Funció ventricular dreta:**

La funció ventricular dreta estimada per RMN no es correlaciona amb el valor del TAPSE ( $p=0,870$ ) ni del PAPSE ( $p=0,113$ ). Quant al DTI el valor de la ona S al tracte de sortida DTIp ( $p=0,729$ ) ni a l'anell tricuspídi DTIt ( $p=0,75$ ) prediuen la funció ventricular dreta estimada per RMN, tampoc ho fa el BNP ( $p=0,212$ ) ni l'índex de Tei mesurat per DTI ( $p=0,314$ ).

El percentatge de canvi fraccional d'àrea de ventricle dret calculat a l'eix curt mostra una tendència a correlacionar-se amb la fracció d'ejecció

calculada per RMN però el resultat no arriba a la significació estadística ( $p=0,073$ ). El canvi fraccional d'àrea al quatre càmeres no es correlaciona amb la fracció d'ejecció calculada per RMN ( $p=0,924$ )

Tampoc l'àrea auricular dreta es correlaciona amb la fracció d'ejecció ( $p=0,119$ ) ni amb el volum telediastòlic normalitzat ( $p=0,272$ ) de ventricle dret, tampoc excloent el 2 malalts amb regurgitació tricuspídea moderada.

***Vegeu les correlacions de la funció i diversos paràmetres ecocardiogràfics a la taula 4.***

#### **4.5 Paràmetres ecocardiogràfics i correlació amb paràmetres RMN:**

L'amplitud del QRS, es correlaciona amb la fracció d'ejecció de ventricle dret amb  $r^2=0,3$  ( $p<0,014$ ), ***tal i com podeu veure a la figura 4 posar la p.***

El 26,3% de malalts presentaven presència d'hemibloc anterior entre ells la funció ventricular dreta presenta una mitjana de 37% mentre que entre els malalts sense HBA la funció mitjana és del 42%, sense que la diferència arribi a la significació ( $p=0,478$ ). L'amplitud del QRS no es correlaciona amb la funció ventricular esquerra, tampoc amb el volum telediastòlic normalitzat de ventricle dret.

## **5.DISCUSSIÓ**

Aquest és un estudi prospectiu en el que s'analitzen els paràmetres ecocardiogràfics i es comparen amb els valors calculats per ressonància magnètica en malalts amb Tetralogia de Fallot i insuficiència pulmonar severa. Malgrat que el número de malalts és limitat, l'estudi en el que es practica la RMN i l'ecocardiografia en el mateix dia, permet confirmar alguns dels supòsits en relació a la valoració ecocardiogràfica dels malalts intervinguts de tetralogia de Fallot.

Val a dir que els malalts inclosos, tots els presentats i acceptats en sessió medicoquirúrgica per a reemplaç valvular pulmonar, han estat sotmesos en la seva majoria, a ampliació del tracte de sortida de ventricle dret amb pegat transanular. Presumiblement, dels malalts dels que no disposem de detalls quirúrgics, també la utilització de pegat transanular creiem és important (l'elevat percentatge de presència de realç tardà així ho indica). La sèrie presentada inclou una mitjana d'edat, pal·liació prèvia, amplitud de QRS i volums ventriculars drets i fracció d'ejecció calculada per ressonància magnètica similar a la publicada pel grup holandès (6), molt diferent per exemple de la població referida pel grup de Frigiola et al (8), de malalts més joves, amb QRS més estret i intervinguts en una era quirúrgica posterior, en la que l'efecte deleteri de la insuficiència pulmonar a llarg termini era ja palès.

Amb els resultats obtinguts, podem concloure que l'estimació de la dilatació ventricular dreta mitjançant l'ecocardiografia en comparació amb la ressonància magnètica, tant per mesures qualitatives com quantitatives, no és exacta, especialment quan ens trobem amb valors subjectius entremitjos, que

poden correspondre amb un rang de volums telediastòlics ampli. No s'ha analitzat, si les deformitats toràciques en relació a la escoliosi associada o al pectus que presenten alguns d'aquests malalts, és un factor de confusió per a la estimació del grau de dilatació ventricular dreta. Quant als diàmetres anteroposterior i mesoventricular, els valors permeten classificar a tots els malalts com a ventricle dret dilatat, però la capacitat de predir un rang de volums ventriculars no és possible.

En relació amb les àrees diastòliques i sistòliques, la tendència, que no arriba a la significació estadística, per a l'àrea diastòlica, i sí que ho fa per a l'àrea sistòlica en eix curt. Contràriament a les dades mostrades per altres autors (17), no hem observat correlació entre l'àrea diastòlica al quatre càmeres i els volums calculats per la ressonància. Les troballes havien estat validades en una població de malalts amb menor dilatació mitjana que els de la nostra població (VTD mitjà de 159 ml/m<sup>2</sup>) i amb menor incidència d'insuficiència pulmonar. Tampoc he pogut establir un valor d'àrea que predigui una dilatació severa per RMN, tal i com alguns autors proposen(18).

### **Funció sistòlica ventricular dreta:**

A la vista dels resultats, podem concloure, que l'ecocardiografia en malalts amb Tetralogia de Fallot i dilatació ventricular dreta secundària a insuficiència pulmonar severa, la correlació entre els paràmetres estandard habitualment utilitzats, com TAPSE, ona S per DTI de l'anell tricuspídi, índex de Tei, no es correlaciona amb els paràmetres per RMN en la nostra població de malalts.

En contrast amb el nostre estudi, diversos treballs correlacionen la FEVD calculada per RMN amb els paràmetres ecocardiogràfics de l'anell tricuspídi

(19) en sèries que inclouen malalts amb cardiopaties congènites reparades, però amb baixa proporció de malalts amb Tetralogia de Fallot (12%). També en altres malalts amb disfunció de ventricle dret, com ara malalts amb displàsia arritmogènica, el valor de la ona S per DTI es correlaciona amb els resultats de la RMN(20).

En línia amb els nostres resultats, un estudi retrospectiu que compara malalts amb T de Fallot reparada i controls, conclou que tots els malalts amb T de Fallot presenten una funció sistòlica regional diferent dels malalts sense cardiopatia. Tots aquells malalts amb T Fallot i FE de TSVD disminuïda però amb FEVD global conservada, es produeix una compensació del segment ventricular dret de tracte d'entrada (21). Fins i tot s'ha observat que en els malalts sense alteració de la funció del TSVD, el valor de la ona S DTI de l'anell tricuspídi es correlaciona amb la funció ventricular, mentre que en els malalts amb alteració de TSVD la correlació és més dèbil (22).

Els nostres resultats, tot i que sense arribar a la significació estadística, suggereixen que aquells paràmetres en que la mesura de funció sistòlica ventricular dreta s'ha realitzat a l'eix curt, on gran part del tracte de sortida està inclòs, s'apropen més a la FEVD i als volums ventriculars calculats per la RMN que no pas les mesures realitzades al quatre càmeres. Els paràmetres ecocardiogràfics que estudien la funció segmentària del tracte de sortida no es correlacionen amb els resultats per RMN en la nostra sèrie, queda pendent però de validació en sèries de malalts més àmplies.

L'amplitud del QRS es correlaciona de forma significativa amb la FEVD en els nostres malalts, fet ja demostrat en altres sèries (16), i no amb el volum

telediastòlic de ventricle dret. Aquesta correlació entre fracció d'ejecció i retard electromecànic, és paradigmàtica de la importància del tracte de sortida VD en els malalts amb Tetralogia de Fallot, i la incidència a llarg plaç d'arrítmies ventriculars, relacionades amb l'amplitud del QRS en una sèrie àmplia ja clàssica (1).

## **6.LIMITACIONS DE L'ESTUDI**

La principal limitació de l'estudi és el limitat número de malalts inclosos. Malgrat tractar-se de tots els malalts seguits a la unitat de referència de cardiopaties congènites de l'adult, l'estudi iniciat al febrer de 2009 i finalitzat recentment, es veu limitat per la quantitat de malalts presentats i acceptats en sessió mèdicoquirúrgica a criteri clínic.

Les característiques dels malalts representen, probablement el pitjor espectre de la població de malalts amb Tetralogia d Fallot intervinguts en la infantesa, i seguits durant l'edat adulta, però precisament són el subgrup de malalts amb indicació de reemplaç valvular pulmonar.

## **7.CONCLUSIONS**

Les mesures ecocardiogràfiques realitzades al pla quatre càmeres, tant l'àrea telediastòlica, com telesistòlica així com el percentatge de canvi d'àrea fraccional no prediuen els resultats obtinguts amb la ressonància magnètica en la nostra població de malalts amb insuficiència pulmonar severa i dilatació ventricular dreta proposats per a reemplaç valvular pulmonar. Aquestes mesures han demostrat en alguns estudis la seva correlació amb el VD, no són vàlides en una població de malalts amb utilització freqüent durant al cirurgia d'ampliació de TSVD amb pegat transanular. Per altra banda, les mesures realitzades a l'eix paraesternal curt, en el que part del tracte de sortida està inclòs, mostren una tendència a correlacionarse amb les mesures de referència de la ressonància magnètica. Caldren nous estudis amb major nombre de malalts per a confirmar aquesta tendència.

TAULES:

TAULA 1.-  
Paràmetres clínics basals dels malalts inclosos

Característiques clíniques:

	Mitjana	Mínim	Màxim
Edat	33,53	17,6	59
Edat cirurgia	7.17	1,1	31,6
Paliació prèvia	42%		
Pegat transanular	67%		
AQRS	169,47	100	220
HBA	26,3%		
BNP	219,74	34	1065

*Nota. Edat: edat en el moment d'inclusió en l'estudi; Edat cirurgia. Edat en el moment de la cirurgia reparadora; Paliació prèvia. Percentatge de malalts sotmesos a paliació abans de la cirurgia reparadora; Pegat transanular: utilització d'ampliació de pegat transanular durant la cirurgia reparadora; AQRS: amplitud del QRS en l'ECG de superfície; HBA: presència d'hemiblocatge anterior; BNP: nivells basal de propèptid natriurètic.*



Taula 2:  
Característiques de volums a RMN

	Mitjana	Mínim	Màxim
<b>VDVD</b>	174,6638	136,63	224,60
<b>VSVD</b>	100,2899	34,51	160,69
<b>FEVD</b>	39,4737	20,00	52,00
<b>TSVD</b>	27,1139	8,71	58,42
<b>VDVE</b>	76,2190	40,52	141,17
<b>VSVE</b>	35,3084	14,78	87,44
<b>FEVE</b>	56,3158	40,00	66,00
<b>FR</b>	51,9474	34	73,00

*Nota: VDVD (volum telediastòlic de ventricle dret; VSVD: volum telesistòlic de ventricle dret; FEVD: fracció d'ejecció ventricular dreta; TSVD: volum del tracte de sortida ventricular dret; VDVE: volum telediastòlic ventricle esquerre; VSVE: volum telesistòlic ventricle esquerre; FEVE: fracció d'ejecció ventricle esquerre; FR. Fracció regurgitant ventricle esquerre. Tots els volums estan normalitzats per superfície corporal*

Taula 3: Valors de les àrees calculades per ecocardiografia (paràmetres normalitzats per superfície corporal

	Mitjana	Mínim	Màxim
Àrea4C diàstole	23,2701	12,20	31,29
Àrea4c sístole	14,6720	7,60	21,81
FAC	,3723	,26	,49
Àrea EC diàstole	23,2812	16,11	36,18
Àrea EC sístole	19,4589	14,36	36,18
FAC EC	2,2047	,00	4,49
Àrea TSVD	17,7850	5,16	33,24

Totes les àrees estan normalitzades per superfície corporal

Nota: **Àrea4C diàstole** (àrea telediastòlica en pla quatre càmeres de ventricle dret; **Àrea4c sístole**: àrea telesistòlica en pla quatre càmeres de ventricle dret ; **FAC**: fracció de canvi d'àrea fraccional en quatre càmares ventricular dreta; **Àrea EC diàstole**: àrea telediastòlica de ventricle dret al pla paraesternal eix curt; **Àrea EC sístole** : àrea telesistòlica de ventricle dret al pla paraesternal eix curt; **FAC EC**: fracció del canvi d'àrea en eix paraesternal curt de ventricle dret; **Àrea TSVD**: àrea del tracte de sortida de ventricle dret mesurat al 5 càmares apicalitza

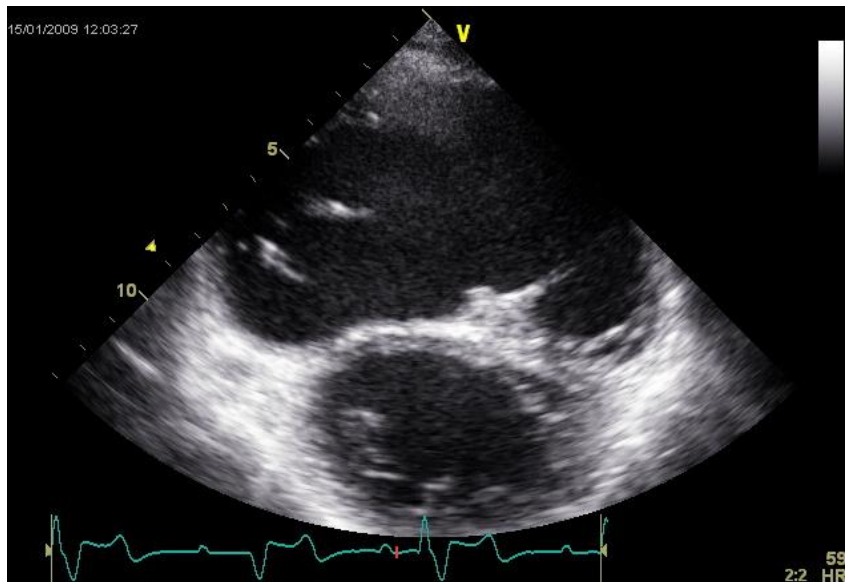
Taula 4: correlació entre els paràmetres ecocardiogràfics, i electrocardiogràfics i per RMN:

	Significació
<b>TAPSE</b>	p=0,870
<b>S DTI tricuspidi</b>	p=0,75
<b>PAPSE</b>	p=0,113
<b>S DTI pulmonar</b>	p=0,729
<b>Índex de Tei</b>	p=0,314
<b>Amplitud QRS</b>	<b>p&lt;0,014</b>
<b>FAC 4C</b>	p=0,924
<b>FAC EC</b>	p=0,073
<b>BNP</b>	p=0,212

**TAPSE** excursió de l'anell tricuspidi en Mode M; **DTI tricuspidi**: valor de la ona S a l'anell tricuspidi **PAPSE**: excursió de l'anell pulmonar en Mode M **DTI pulmonar**: valor de la ona S a l'anell pulmonar ; **Índex de Tei**: calculat per DTI a anell tricuspidi; **FAC 4C**: fracció de canvi d'àrea fraccional en quatre càmares ventricular dreta; **FAC EC**: fracció del canvi d'àrea en eix paraesternal curt de ventricle dret; **BNP**: valor de propèptid natriurètic.

Figura 1: Quantificació de l'àrea ventricular dreta a l'eix curt

1A: pla en telediàstole de l'àrea ventricular dreta situada a la part superior de la imatge



1B: pla en sístole de l'àrea ventricular dreta situada a la part superior de la imatge

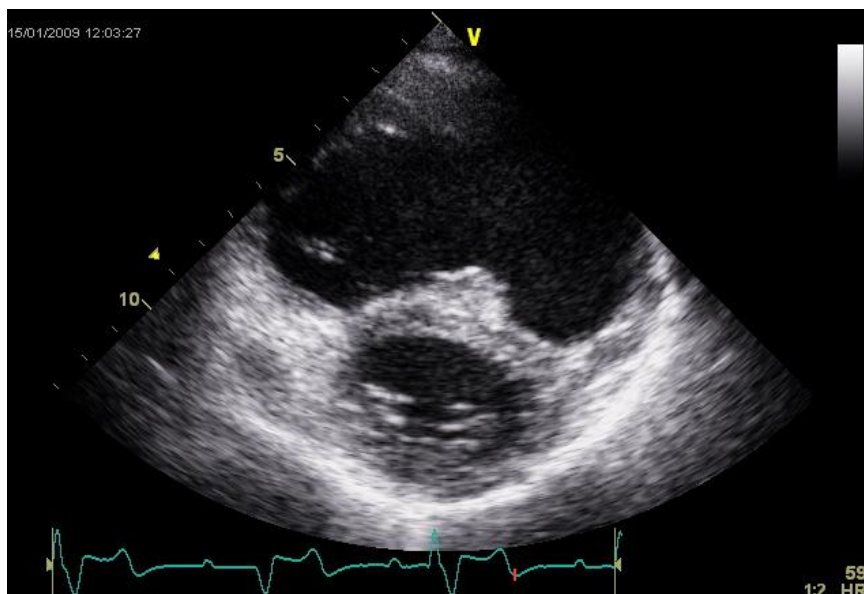
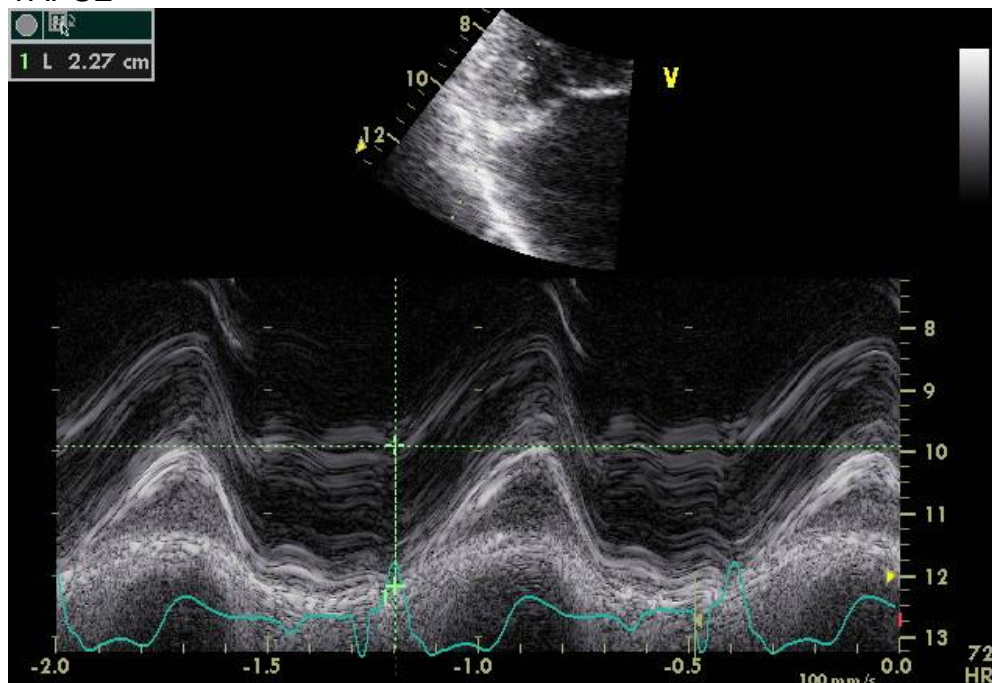


Figura 2: Quantificació de la excursió en Mode M a l'anell tricuspidi (TAPSE) i a l'anell pulmonar (PAPSE)

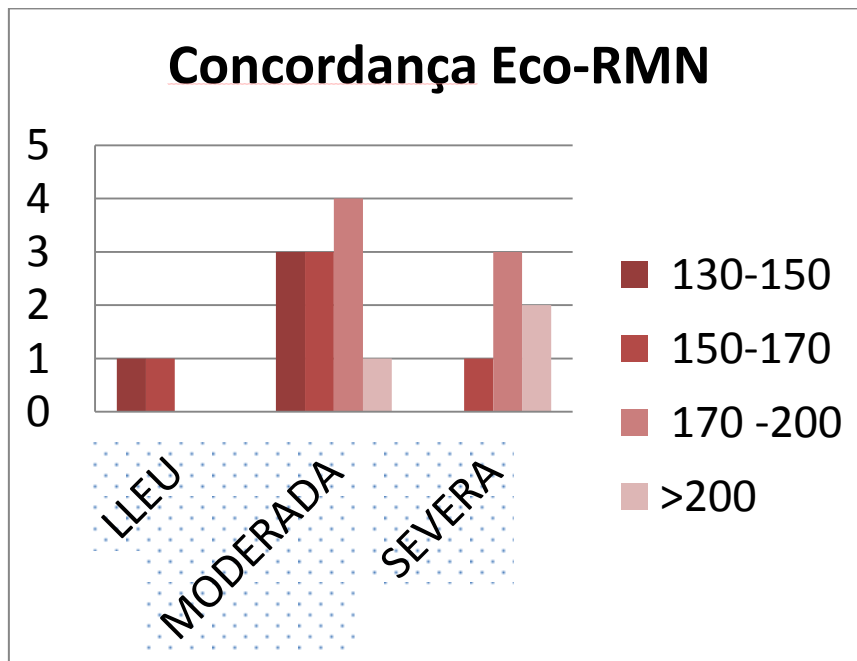
### TAPSE



### PAPSE:

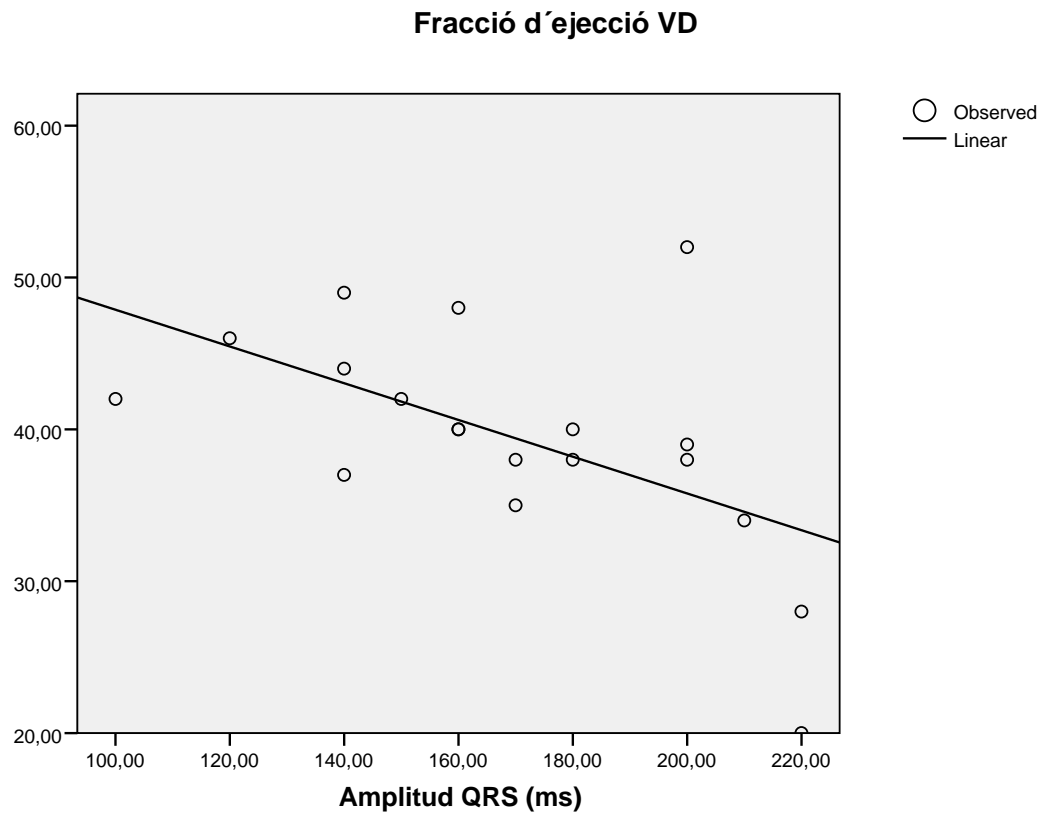


Figura 3 :  
Correlació entre dilatació ventricular dreta qualitativa per ecocardiografia i volum telediastòlic ventricular normalitzat



*Nota: Eix X classificació dels malalts de forma subjectiva segons el grau de dilatació del ventricle dret*  
*Eix Y: classificació dels malalts en categories segons el valor calculat de volum telediastòlic de ventricle dret normalitzat a la RMN cardíaca*  
*P=0,273*

Figura 4 :



*Nota: Eix X amplitud del QRS a l'ECG de superfície*  
*Eix Y: fracció d'ejecció de ventricle dret calculada per RMN*  
 **$P=0,014$**

## **8.BIBLIOGRAFIA:**

1. Bouzas B, Kilner PJ, Gatzoulis MA. Pulmonary regurgitation : not a benign lesion. *Eur Heart J* 2005;26(5):433-9.
2. Gatzoulis MA, Balaji S, Webber SA et al. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of Tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet* 2000; 356: 975-81.
3. Therrien J, Siu S, Harris L, Dore A, Niwa K, Janousek J, Williams WG, Webb G, Gatzoulis MA. Impact of pulmonary valve replacement on arrhythmia propensity late after repair of tetralogy of Fallot.
4. Harrild D, Berul C, Cecchin F, MD; Geva T, Gauvreau K, Pigula F, E Walsh. Pulmonary Valve Replacement in Tetralogy of Fallot. Impact on Survival and Ventricular Tachycardia. *Circulation*. 2009;119:445-451.
5. Therrien J, Siu S, McLaughlin P, Liu P, Williams W, Webb G. Pulmonary valve replacement in adults late after repair of tetralogy of Fallot: are we operating too late? *J Am Coll Cardiol*, 2000; 36:1670-1675.
6. Oosterhof T, van Straten A, Vliegen H, Meijboom F, van Dijk A, Spijkerboer A, et al. Preoperative Thresholds for Pulmonary valve replacement in patients with corrected Tetralogy of Fallot using cardiovascular magnetic resonance. *Circulation*. 2007;116:545-551.
7. Geva T, Gauvreau K, Powell A, Cecchin F, Rhodes J, Geva J, Del Nido P. Randomized Trial of Pulmonary Valve Replacement With and Without Right Ventricular Remodeling Surgery. *Circulation*. 2010;122[suppl 1]:S201–S208.
8. Frigiola A, Tsang V, Bull C, Coats L, Khambadkone S, Derrick G, Mist B, Walker F, van Doorn, C, Bonhoeffer P, Taylor A. Biventricular Response After Pulmonary Valve Replacement for Right Ventricular Outflow Tract Dysfunction. *Circulation*. 2008;118[suppl 1]:S182–S190.
9. Warnes C, Williams R, Bashore T, Child J, Connolly H, Dearani J, Nido P, Fasules J, Graham T, Hijazi Z, Hunt S, King M, Landzberg M, Miner, Radford Walsh E, Webb G. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults With Congenital Heart Disease. *J. Am. Coll. Cardiol* 2008;52 (23):e143-263.
10. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot N, de Haan F, Deanfield J, Galie N, Gatzoulis MA, Gohlke-Baerwolf C, Kaemmerer H, Kilner P, Meijboom F, Mulder B, Oechslin EO, Oliver J.M., Serraf A, Szatmari A, Thaulow E, Vouhe P, Walma E. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2010 Dec;31(23):2915-57. Epub 2010 Aug 27.



11. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, Solomon SD, Louie EK, Schiller NB. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography: Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010 Jul;23(7):685-713.
12. . Morcos P, Vick GW 3rd, Sahn DJ, Jerosch-Herold M, Shurman A, Sheehan FH. Correlation of right ventricular ejection fraction and tricuspid annular plane systolic excursion in tetralogy of Fallot by magnetic resonance imaging. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2009 Mar;25(3):263-70.
13. Koestenberger M, Nagel B, Avian A, Ravekes W, Sorantin E, Cvirn G, Beran E, Halb V, Gamillscheg A. Systolic Right Ventricular Function in Children and Young Adults with Pulmonary Artery Hypertension Secondary to Congenital Heart Disease and Tetralogy of Fallot: Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) and Magnetic Resonance Imaging Data. *Congenit Heart Dis*. 2012 Apr 12. doi: 10.1111/j.1747-0803.2012.
14. Davlouros PA, Kilner PJ, Hornung TS, Li W, Francis JM, Moon JC, Smith GC, Tat T, Pennell DJ, Gatzoulis MA. Right ventricular function in adults with repaired tetralogy of Fallot assessed with cardiovascular magnetic resonance imaging: detrimental role of right ventricular outflow aneurysms or akinesia and adverse right-to-left ventricular interaction. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40(11):2044-52.
15. Wald R, Haber I, Wald R, Valente AM, Powell A, Geva T. Effects of regional dysfunction and late gadolinium enhancement on global right ventricular function and exercise capacity in patients with repaired tetralogy of Fallot. *Circulation* 2009; 119:1370-77.
16. Uebing A, Gibson DG, Babu-Narayan SV, Diller GP, Dimopoulos K, Goktekin O, Spence MS, Andersen K, Henein MY, Gatzoulis MA, Li W. Right ventricular mechanics and QRS duration in patients with repaired tetralogy of Fallot: implications of infundibular disease. *Circulation*. 2007;116(14):1532-9.
17. Greutmann M, Tobler D, Biaggi P, Mah ML, Crean A, Wald R, Oechslin E, Silversides C. Echocardiography for assessment of Right Ventricular Volumes Revisited: A Cardiac Magnetic Resonance Comparison Study in Adults with Repaired Tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:905-11.
18. Alghamdi M, Grosse-Wortmann I, Ahmad N, Mertens L, Friedberg M. Can simple echocardiographic measures reduce the number of cardiac magnetic resonance imaging studies to diagnose right ventricular enlargement in congenital heart disease?. *J Am Soc Echocardiogr* 2012; 25: 518-23.
19. Pavlivek M, Wahl M, Rutz T, de Marchi S, Hille R, Wustmann K, Steck, Eigenmann C, Schwerzmann M, Seiler C. Right ventricular systolic function

assessment : rank of echocardiographic methods vs cardiac magnetic resonance imaging. *European Journal of Echocardiography* 2011; 12: 871-880.

20. Wang J, Prakasa K, Bomma C, Tandri H, Dalal D, James C, Tichnell C, Correy M, Bluemke D, Calkins H, Abraham T Comparison of novel echocardiographic parameters of right ventricular function . *J Am Soc Echocardiogr* 2007; 20: 1058-64

21. Greutmann M ,Tobler D, Biaggi P, Mah ML , Crean A,Wald R, Silversides C, Oechslin E. Echocardiography for assessment of regional and global right ventricular systolic function in adults with repaired tetralogy of Fallot. *Int J Cardiol.* 2012 May 17;157(1):53-8.

22. Kutty S, Zhou J, Gauvreau K, Trincado C,Powell A, Geva T. Regional Dysfunction of the Right Ventricular Outflow Tract Reduces the Accuracy of Doppler Tissue Imaging Assessment of Global Right Ventricular Systolic Function in Patients with Repaired Tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011 Jun;24(6):637-43.